



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**Biodigestor en la Propagación de Microorganismos Eficientes  
para la Degradación de Residuos Orgánicos Domiciliarios en la  
Obtención de Abono Orgánico Ocucaje-Ica 2020**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Ambiental

**AUTOR:**

Hernández Ramos, Javier Raúl (ORCID: 0000-0001-8889-7727)

**ASESOR:**

Mg. Quijano Pacheco, Wilber Samuel (ORCID: 0000-0001-7889-7928)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Tratamiento y Gestión de los Residuos.

LIMA – PERÚ

2021

## **DEDICATORIA**

Por mucha abnegación a mis dos ángeles que son mis padres Gloria y Javier que son mi guía de mi vida.

## **AGRADECIMIENTO**

Mi reconocimiento a mi alma máter universidad Alas Peruanas por formar a los estudiantes académicamente y realizarlos profesionales.

Mi sincero agradecimiento a los docentes de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental, por sus valiosas enseñanzas y sus sabios consejos que han permitido alcanzar mis metas.

Mi agradecimiento infinitamente a mi asesor Ing. Wilber S. Quijano pacheco, quien con su paciencia y conocimientos pude lograr terminar la elaboración de mi tesis.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE DE TABLAS .....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS .....	vii
RESUMEN .....	viii
ABSTRACT .....	ix
I INTRODUCCIÓN .....	1
II MARCO TEÓRICO.....	5
III METODOLOGÍA.....	17
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	18
3.2. Variables y Operacionalización .....	18
3.3. Población, Muestra y muestreo .....	20
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	20
3.5. Procedimientos.....	21
3.6. Método de análisis de la información .....	29
3.7. Aspectos éticos. ....	30
IV RESULTADOS.....	31
4.1 Resultados de la propagación de los EM .....	32
4.2 Caracterización de los desechos domiciliarios .....	33
4.3 Tiempo de degradación de los EM en los residuos orgánicos.....	33
4.4 <b>Resultados del rendimiento y de los análisis de su composición del compost obtenido</b> .....	35
V DISCUSIÓN .....	40
VI CONCLUSIONES .....	43
VII RECOMENDACIONES.....	45

BIBLIOGRAFÍA .....	47
ANEXOS	

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1 Operacionalización de variables.....	30
Tabla N° 2 Dosis de microorganismos eficientes .....	26
Tabla 3. Distribución de los tratamientos en las unidades experimentales.....	29
Tabla 4.1.1. Tiempo, pH y temperatura en el biodigestor .....	32
Tabla 4.2.1. Clasificación de los residuos orgánicos domiciliarios .....	33
Tabla 4.3.1. Tiempo de la producción de compost por tratamiento .....	34
Tabla 4.1.1. Rendimiento porcentual del compost.....	35
Tabla 4.4.2. Análisis de la calidad de abono orgánico con EM.....	36

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N°1 Relación suelo - planta.....	15
Figura 2 Sistemas de compostaje comunes Fuente: Roman et al., (2013).....	16
Figura n°3 foto panorámica de ocucaje.....	21
Figura 4. El Biodigestor.....	22
Figura N° 6 Melaza con la materia orgánica mezclada .....	23
Figura 5. Mezcla de materia orgánica .....	23
Figura 7 fermentación de la materia orgánica para la propagación de EM.....	23
Figura 8 observaciones de fermentación después de 15 días.....	24
Figura n° 10 muestra del microorganismo eficiente propagado.....	25
Tabla N° 2 Dosis de microorganismos eficientes .....	26
Figura 11. Tratamientos en cada unidad.....	27
Figura 12 Tratamiento n° 1 .....	27
Figura 13. Tratamiento 2.....	27
Figura 14. Tratamiento.....	28
Figura 15. Tratamiento 4.....	28
Figura 16. Tratamientos y sus repeticiones.....	28
Figura 18. Efecto del tiempo de cada tratamiento en la degradación de RROO.....	34
Figura 19. Efecto del tratamiento en el rendimiento del compost .....	35
Figura 20. Efecto del tratamiento en el pH del compost.....	36
Figura 21. Efecto del tratamiento en la conductividad eléctrica del compost.....	37
Figura 22. Efecto del tratamiento en la materia orgánica del compost .....	37
Figura 23. Efecto del tratamiento en Nitrógeno del compost .....	38
Figura 24. Efecto del tratamiento en el fósforo del compost.....	38
Figura 25. Efecto del tratamiento en el potasio del compost .....	39

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo evaluar un biodigestor en la propagación de microorganismos eficientes para la degradación de residuos orgánicos domiciliarios en la obtención de Abono orgánico Ocucaje-Ica 2020, es de tipo aplicativo con enfoque cuantitativo diseño de investigación experimental, Para el desarrollo se hizo en etapas, la primera fue la construcción del biodigestor de 200 L para la propagación de los microorganismos eficiente; en la segunda etapa recolectar y clasificar los residuos orgánicos y la tercera etapa es usar 4 dosis de los microorganismos propagados (0, 100, 150 y 200 ml), como tratamientos para laproducción de compost con los residuos domiciliarios y buscar minimizar el tiempoóptimo de degradación hasta producir compost. Los resultados encontrados, el Biodigestor es un dispositivo sencillo en su construcción para propagar microorganismos benéficos, cuyo rendimiento llega a 200 litros; en la clasificación de los residuos orgánicos domiciliarios que tuvo cada unidad experimental fue (cascara de plátano (5Kg.), arroz cocido (4Kg), Cáscara de papa (6Kg), desechos de verduras (5), desechos de fruta (5 Kg), cascaras de huevo (5Kg) y hojas secas (6 Kg) y el tiempo de degradación de los residuos orgánicos domiciliarios en promedio fue de 15 hasta 27 días, y a medida que la dosis aumenta mejoran los componentes y baja el tiempo de degradación, el mejor tratamiento fue el tratamiento 4 con 150 ml de inoculación. En conclusión, la propagación de microorganismos eficientes con un biodigestor para aplicarlos en los residuos orgánicos es muy beneficioso y se obtiene un compost de buena calidad y apto para su uso en los suelos agrícolas.

Palabras claves: Compost, biodigestor, microorganismos eficientes



## ABSTRACT

The present research work aims to evaluate a biodigester in the propagation of efficient microorganisms for the degradation of household organic waste in obtaining organic fertilizer Ocucaje-Ica, it is of an applicative type with a quantitative approach, experimental research design For the development it was done in stages, the first was the construction of the 200 L biodigester for the efficient propagation of microorganisms; In the second stage collect and classify organic waste and the third stage is to use 4 doses of the microorganisms spread (0, 100, 150 and 200 ml), as treatments for the production of compost with household waste and seek to minimize the optimal time degradation to compost. The results found, the Biodigester is a simple device in its construction to propagate beneficial microorganisms, whose yield reaches 200 liters, the components of the organic household waste that each experimental unit had was (banana peel (5Kg.), Cooked rice ( 4Kg), potato peel (6Kg), vegetable waste (5), fruit waste (5 Kg), egg shells (5Kg) and dry leaves (6 Kg) and the degradation time of household organic waste on average It was from 15 to 27 days, and as the dose increases, the components improve and the degradation time decreases, the best treatment was treatment 4 with 150 ml of inoculation. In conclusion, the propagation of efficient microorganisms with a biodigester and applying them in the Organic waste is very beneficial and obtain a compost of good quality and suitable for use on agricultural soils.

Keywords: Compost, biodigester, efficient microorganism

## I INTRODUCCIÓN

A través del tiempo se hace cada vez más difícil disponer correctamente de los residuos sólidos que se generan cada día. Esto no solo tiene un impacto negativo en la sociedad, sino que también tiene un impacto negativo en el medio ambiente, modificando su equilibrio y habilitando actualmente a los seres humanos y a todo ser vivo; si no se corrige a tiempo, traerá pérdidas irreparables a nuestro entorno. Debido a su inadecuada disposición, se está cerrando cada vez más el espacio territorial, por lo que ya se busca implementar el reciclaje., Reutilización, conversión, reducción, compostaje y otros métodos para mejorar el manejo, tratamiento y disposición final de residuos sólidos en algunos países. (Pérez, 2016, pág. 14)

El Perú aún no ha logrado controlar esta situación. La mala gestión de los desechos sólidos se puede verificar a través de la cadena de enfermedades gastrointestinales y respiratorias. Estas enfermedades suelen ser causadas por los medios de comunicación atraídos por la mala disposición final, la pérdida de especies animales y vegetales, los lixiviados y la contaminación del aire causada por las emisiones de gases de efecto invernadero, invasión visual y pérdida de la belleza del paisaje. En otras condiciones locales, los desechos orgánicos sólidos son desechos que pueden biodegradarse o adherirse al proceso de descomposición. Estos pueden generarse en áreas de gestión municipal y áreas de gestión no municipal. (MINAN, 2016 pág. 20)

Se determinó que en Perú hay 34 rellenos sanitarios, donde sólo se dispone el 52% de la basura generada en el país, lo que sobra se deposita en botaderos ilegales o en playas, ríos, quebradas o terrenos descampados que una Municipalidad habilite como su botadero (MINAM 2019). Sin embargo, estos residuos pueden ser aprovechados en preparar abonos orgánicos y otros usos, sin embargo, menos del 1% de esta basura se utiliza para producirlo, lo cual significa que casi toda la basura que se genera termina siendo dispuesto en rellenos sanitarios o en botaderos ilegales. (INEI, 2015, pág. 18)

Se tiene mucha información sobre el uso de microorganismos benéficos, en la

degradación de los residuos orgánicos, quienes utilizados adecuadamente pueden acortar el tiempo de degradación, pero existe muy poca disponibilidad y si lo hay son muy costosos. Además, la construcción de un biodigestor permitirá la propagación de estos microorganismos benéficos en cantidad y calidad para el uso en la degradación de los residuos orgánicos para producir abonos orgánicos y desarrollar una agricultura orgánica en Ocucaje, es por ello que se planteó este trabajo de investigación.

Mediante la realización de este proyecto de propagación de microorganismos eficientes como abono orgánico buscamos la mejora de todos los campos infértiles de Ocucaje con la finalidad de convertirla en tierra productivas de alta calidad con abono orgánico, por lo que plantea el problema principal ¿Cómo será el biodigestor en la propagación de microorganismos eficientes para la degradación de residuos orgánicos domiciliarios en la obtención de abono orgánico Ocucaje-Ica 2020? Los problemas específicos ¿Cuál será las características del Biodigestor en la propagación de microorganismos eficientes para la degradación de residuos orgánicos domiciliarios para obtener abono orgánico Ocucaje – Ica 2020?, y ¿Cuál será la dosis optima de microorganismos eficientes para la degradación de residuos orgánicos domiciliarios en su utilización como abono orgánico Ocucaje – Ica 2020? El Objetivo General es Evaluar el Biodigestor en la propagación de microorganismos eficientes para la degradación de residuos orgánicos domiciliarios en la obtención de abono orgánico Ocucaje – Ica 2020 , los objetivos específicos Identificar las características del Biodigestor en la propagación de microorganismos eficientes para la degradación de residuos orgánicos domiciliarios para obtener abono orgánico Ocucaje – Ica 2020 y Determinar las dosis optima de microorganismos eficientes para la degradación de residuos orgánicos domiciliarios en su utilización como abono orgánico Ocucaje – Ica 2020. Como hipótesis general, el Biodigestor en la propagación de microorganismos eficientes mejora la degradación de residuos orgánicos domiciliarios en la obtención de abono orgánico Ocucaje – Ica 2020, las Hipótesis específicas las características del Biodigestor en la propagación de microorganismos eficientes son adecuadas para la degradación de residuos

orgánicos domiciliarios para obtener abono orgánico Ocucaje – Ica 2020y la dosis optima de microorganismos eficientes para la degradación de residuos orgánicos domiciliarios es 150 ml utilización como abono orgánico Ocucaje – Ica 2020.

La Justificación teórica de trabajo es que con ella se permitirá generar nuevos conceptos en la propagación de microorganismos eficientes, su uso en la degradación de residuos domiciliarios y a la vez como este se transformará en abono orgánico, y finalmente mediante una adecuada gestión de los residuos generados por el poblado ocupado, se puede mejorar el suelo mediante residuos orgánicos domésticos orgánicos, devolviéndoles sus nutrientes y realimentándolos. La tecnología justifica que la tecnología de utilizar los microorganismos a través de la fermentación de los residuos domésticos producir un producto beneficioso para el suelo. En lo social, las soluciones microbianas de alta eficiencia para descomponer los desechos orgánicos domésticos beneficiarán a los ocupantes, ya que, a través de este abono orgánico, podrán nutrir el suelo y ayudarlos a deshacerse de la degradación de la materia orgánica, lo que les permitirá trabajar duro para producir y producir. así producir ingresos económicos y la Justificación económica, es mediante el uso de una solución microbiana eficaz se degradará los residuos orgánicos domésticos de hogares para descomponerlos de forma natural, el proceso de descomposición de la materia orgánica se completará muy rápidamente, y el proceso de descomposición orgánica será muy rápido. El producto final de compost se elaboró con una baja inversión de capital y logró el efecto deseado y en lo ambiental, a través de la implementación de este proyecto, será posible reducir los desechos orgánicos domésticos de la población de Ocucaje y al mismo tiempo ayudar a mejorar el suelo, por lo que es beneficioso proteger estos suelos y el medio ambiente

## **II MARCO TEÓRICO**

(Bolívar, 2012, pág. 4) El proyecto incluye recomendaciones de diseño y lineamientos metodológicos para la construcción de un biodigestor utilizado para procesar excrementos de bovinos y cerdos sacrificados en la medusa Guadalupe. Y San Martín de Porres Ltda. Como base para establecer el biodigestor y los parámetros de tamaño de cada componente, la cantidad de heces y orina producidas en el camión se recoge en el camión y luego se transporta al refrigerador. Según las estadísticas informadas por Fedegan, todos los días se producen cercas para matar animales. Debido a las diferencias en determinados parámetros fisicoquímicos de los excrementos producidos por estos animales, es necesario tratarlos por separado en cuanto a la eficacia del tratamiento anaeróbico (hipoxia) para evitar posibles cambios. mando el ganado como ejemplo, se propuso un biodigestor de flujo pistón para mantener el porcentaje de sólidos totales entre 11 y 13%. Debido a la cantidad de carga orgánica y la influencia de la temperatura, el uso de principios y mecanismos de automatización puede producir aproximadamente 1.801,71 por día. M3 de biogás. Una temperatura de 37,5°C y un tiempo de retención de 20 días.

(Monsalve, 2015, pág. 12), Su proyecto tiene como objetivo demostrar la eficiencia de microorganismos efectivos (EM) para mejorar las características de los suelos agrícolas y su productividad. Para ello, utilizó cultivos de maíz y aplicó un diseño de bloques completamente al azar, que consiste en bloques estructurales, los cuales se subdividen en pequeñas unidades experimentales, en las que se aplican seis métodos de procesamiento que se utilizan para identificar colores. Con base en los resultados obtenidos, concluyó que el uso de microorganismos efectivos (EM) para cultivar maíz en follaje y suelo no afecta intencionalmente las propiedades químicas del suelo, pero sí afecta las propiedades físicas del suelo. tierra. Efecto positivo. También se concluyó que los beneficios de la ME en la producción de cultivos mostraron un impacto muy positivo, porque las diferencias de producción entre los dos se pueden ver en términos de calidad y rendimiento.

(Pérez, 2016, pág. 25) En su investigación, tuvo como objetivo analizar los efectos de la inoculación de microorganismos efectivos en el compost con intervención humana o directamente en el suelo del Parque Forestal Embalse del Neusa. Por este motivo, en el área de muestreo se seleccionaron aleatoriamente 4 áreas, en estas áreas el desempeño del plasma de N, P, C, Mg y pH permite identificar sus características físicas, químicas y microbiológicas. Estas áreas son antes y después tratamiento. Microorganismos eficaces. En este sentido, inoculó directamente el suelo de EM (25%, 50% y 75%) y lo mezcló con diferentes tipos de compost (25%, 50% y 75% de tecnología EM). Suelo), analizó continuamente los cambios físicos y químicos del suelo, y los resultados mostraron que la combinación de tratamiento con ME y compostaje aumentaría los nutrientes y las UFC, Por otro lado, en comparación con el tratamiento de inocular ME directamente en el suelo, al final del estudio se observó un aumento de nutrientes en el suelo y la proporción de fósforo aumentó de 8 (cmol (+) / kg) a 116 (cmol (+) / kg). El abono de cerdas EM +, el aserrín y la papa son los mejores en diez tratamientos. Por lo tanto, se puede concluir que la EM tiene un efecto positivo en la restauración del relieve al fijar las propiedades físicas, químicas y microbianas del suelo. También se cree que el cambio de EM tiene un mayor impacto en la inoculación del compost que el compostaje.

(Cueto, 2017 pág. 28), Evaluó las tecnologías para la reutilización, valorización y disposición que involucra los residuos domiciliarios (restos de comida, pieles de animales, cascaras de frutas, hortalizas) estos poseen alta humedad y para estabilizar o bajar la humedad se usa los componentes fibroso (poda de jardinería), la biodigestión anaeróbica seca a temperatura controlada, como técnica duró un tiempo de 28 días, se realizó en una compostera automática vertical de 4 Kg de capacidad, para la carga se ingresa 3 kilos de desechos orgánicos con 1 kilos de residuo de poda. Los resultados obtenidos fue que se obtuvo 1.8 kilos de compost, con la evaluación estadística de multicriterio (donde 0 corresponde al valor mínimo y por lo tanto la peor evaluación posible y 5 corresponde al valor máximo, la mejor evaluación posible) que se determinó un puntaje de 4,53 de un máximo de 5 de humificación. Finalmente se concluye que la mejor opción para el tratamiento de



residuos orgánicos con poda y de jardinería es buena opción para la generación de compost en un reactor automático vertical, por acortar el tiempo de degradación y en si misma se desarrolla el proceso de molienda, fermentación y secado del compost.

(Yang, 2019, pág. 8), Al evaluar el desempeño de compost maduro para controlar emisiones gaseosas en compostaje de residuos de cocina, estos se recolectaron y tuvo como componentes de 41,5% vegetales, 38,2% frutas, 7,6% de alimentos básicos, 7,2% de cáscaras de huevo, huesos y cáscaras, 2,3% de carne y Otros 3,2% (sobre la base del peso húmedo), este se mezcló con tallos de maíz cortados a 5 cm, dispuestos en una proporción de 3 kilos de tallos de maíz por 20 kilos de residuos de cocina, la técnica fue en pilas (con 40 kilos de desechos y 6 kilos de tallos de maíz) y con ello se realizó el compostaje durante 35 días, dentro del proceso se controló la temperatura mediante volteos con palas y no permitir que se eleve más de 60°C, la cantidad utilizada fue de 120 kg de residuo de cocina. Los resultados encontrados fueron en cantidad del compost 69.6 kilos, la relación C/N de todos los tratamientos varió de 10 a 14%, indicando una buena descomposición, además mejoró el pH y La CE de todos los tratamientos con rangos de 7.0–8.5 y 1.5–2.2 mS / cm, respectivamente, que cumplen con los estándares de compostaje.

(Bid, 2009, pág. 22), Cabe mencionar que los microorganismos efectivos que comienzan con el inglés (EM) son una combinación de microorganismos completamente naturales. "La composición de la EM es: bacterias del ácido láctico, similares a las que se usan para hacer yogur y queso. Levaduras, como las que se usan para hacer pan o cerveza. Bacterias fotosintéticas o bacterias fototróficas, que generalmente se encuentran en el suelo y las raíces. Estos microorganismos son dañinos para los humanos. Inofensivos o inofensivos. Genéticamente modificados; son beneficiosos, naturales y efectivos

(Jusoh, 2013, pág. 13), menciona que la EM fue desarrollada por Teruo Higa en la década de 1970, y la solución microbiana se desarrolló básicamente para

sistemas agrícolas naturales y orgánicos. Sin embargo, con más investigación, su uso se ha extendido para resolver algunos problemas ambientales. Esto permite reutilizar algunos residuos orgánicos como abono.

(Zapata, 2013, pág. 4), Sostiene que el electromagnético en el suelo está compuesto por un cultivo mixto de microorganismos naturales y puede usarse como inoculante para aumentar la diversidad de microorganismos del suelo. De manera similar, mencionó que la investigación ha demostrado que la inoculación de EM en el ecosistema del suelo / planta puede mejorar la fertilidad y la calidad del suelo, acelerar el crecimiento y mejorar la calidad y el rendimiento de los cultivos.

(Ibáñez, 2011, pág. 21), sostiene que, con el compost en el impacto en la física del suelo, mejora la estructura del suelo, aumenta el espacio poroso, mejora la infiltración de agua y reduce la compactación del suelo. Por lo tanto, la frecuencia de riego se reduce y el suelo es más adecuado para absorber 24 veces más agua de lluvia. Por otro lado, sostiene que el efecto de la EM en condiciones químicas del suelo se ha comprobado a partir del aumento en la utilización de nutrientes en el suelo, la liberación y solubilizarían para disolver sus moléculas fijas, y la forma en que los componentes se separan de forma sencilla para favorecer su absorción. A través del sistema radicular de las plantas, también menciona los efectos de la EM sobre los microorganismos del suelo, los cuales pueden eliminar o controlar la población de microorganismos dañinos en el suelo y de esta manera poder aumentar la biodiversidad de microorganismos, creando las condiciones necesarias para el desarrollo de estos en el cual son naturales y benéficos.

(Mego, 2019 pág. 6), Con el propósito de elaborar un abono orgánico compost, a partir de residuos orgánicos domiciliarios y microorganismos eficientes (melaza de caña, suero, leche de vaca, estiércol de vaca y levadura), se utilizó 120 kilos de desechos de cocina lo cual se tuvo 52 kilos de abono orgánico, al comienzo se degradó los residuos orgánicos con los microorganismos proporcionando una rápida degradación en solo 40 días. Luego se hizo el compost añadiendo la ceniza

de cáscara de arroz (24 kilos) para al final suministrarlo en el suelo para producir culantro y lechuga, para ellos se usó 4 tratamientos para verificar la calidad de abono como fertilizantes orgánicos y lograr mejorar la calidad del suelo. El análisis fisicoquímico del abono orgánico elaborado a partir de ceniza de cáscara de arroz y residuos orgánicos domiciliarios, arrojaron un porcentaje de nitrógeno 0.032 %, fosforo 106.95 ppm y potasio 6,779.20 ppm, con un 9.56 de pH.

(Rivera, 2011, pág. 16), sostiene en su investigación que Los microorganismos eficientes son una mezcla de microorganismos y diferentes especies de microorganismos, pueden contener una gran cantidad de bacterias lácticas, fotosíntesis, levaduras y una pequeña cantidad de otros tipos de organismos compatibles entre sí, como hongos y actinomicetos. Puede coexistir en cultivo líquido. Como se encuentran diferentes microorganismos en EM, se llevarán a cabo diversos procesos de fermentación anaeróbica y degradación anaeróbica. Y el proceso de descomposición.

(Acevedo, 2019, pág. 19), Menciona que, las Bacterias fotosintéticas son un "Grupo de microorganismos autosuficientes que utilizan el calor del suelo y la luz solar como fuentes de energía para recolectar sustancias útiles mediante la separación de materia orgánica, raíces y / o gases nocivos", las Bacterias ácido láctico: son "Bacterias que producen ácido láctico a partir de carbohidratos, como el azúcar producido por levaduras y bacterias fotosintéticas". Además, el ácido láctico es un agregado altamente bactericida que puede acelerar la descomposición de la materia orgánica y eliminar microorganismos dañinos y las levaduras: "reduce las sustancias antimicrobianas y otros elementos útiles que impiden que las plantas crezcan a partir de bacterias fotosintéticas, aminoácidos y azúcares secretados por las raíces de las plantas y la materia orgánica"

Para el marco teórico del trabajo, mencionamos que los residuos orgánicos o biodegradables se definen como todos los residuos que pueden descomponerse de forma aeróbica o anaeróbica en condiciones de vertido, como residuos de alimentos, residuos vegetales, derivados del papel y cartón, etc. En vista de este concepto de desechos orgánicos, encontramos que varios desechos pueden

clasificarse en diferentes categorías, como desechos de caza y pesca, silvicultura, actividades agrícolas, jardinería, acuicultura y desechos de preparación y procesamiento de alimentos (provenientes de desechos agrícolas). Animales excretados de mataderos, tejidos vegetales y frutas, aceite, café, hortalizas, cacao, granos, té, conservación, producción láctea y otros subproductos de la industria agroalimentaria, animales excretados, heces y lodos, tejidos animales, panadería y repostería Producción, azúcar, bebidas en general; desechos de procesamiento de madera (corteza, corcho, virutas de madera, aserrín) Residuos de la producción y conversión de papel y sus derivados; residuos de instalaciones que tratan plantas de tratamiento de aguas residuales (tratamiento aeróbico y anaeróbico) y residuos municipales (residuos orgánicos de cocinas y restaurantes, fracciones de grasas comestibles, parques y jardines) Restos, restos mercados , limpieza diaria, fosas sépticas y residuos cloacales) y otros residuos municipales) (Vargas, 2019, pág. 20).

Los Microorganismos eficientes son los microorganismos de los suelos que juegan un extenso e importante papel en la descomposición de materia orgánica y la producción de humus, el reciclaje de nutrientes y energía y la fijación elemental, metabolismo de los suelos y la producción de compuestos que causan la formación de agregados. Muchos microorganismos están en relaciones simbióticas con plantas y animales, sirviéndoles como fijadores de nitrógeno en el primer caso y microbios de los intestinos en el segundo. Ellos funcionan como una parte substancial de la cadena alimenticia. **BID** (2009) los Microorganismos eficientes son un producto biológico en el cual coexisten varios tipos de microorganismos benéficos como bacterias ácido lácticas, levaduras, actinomicetos y bacterias fotosintéticas, constituyéndose en un inóculo para restablecer la biodiversidad microbiana y efectos antioxidantes. Esta tecnología fue desarrollada hace más de 20 años en Japón. Con la tecnología de los EM, desarrollada en la década de los ochenta por el japonés (Teruo Higa), se demostró que la efectividad de la combinación de estos microorganismos, al adicionarse al suelo, aumentaba la productividad del mismo y de las plantas. Se reflejaba en el aumento de la velocidad y porcentaje de germinación de las semillas, por su efecto

hormonal, similar al del ácido giberélico; en el aumento del vigor y crecimiento del tallo y raíces, desde la germinación hasta la emergencia de las plántulas, por su efecto con rizo bacterias promotoras del crecimiento vegetal; hacia que las plantas tuvieran un mecanismo más resistente contra plagas y enfermedades; y en el suelo los efectos de los EM, mejoraban las características físicas, químicas y biológicas. La aplicación de EM promueve la descomposición fermentativa de compuestos orgánicos a subproductos más útiles y más agradables para los animales y plantas, evitando la putrefacción que libera gases tóxicos (sulfitos, amoniacos, metano, etc.) y producen sustancias benéficas tales como ácidos, vitaminas, enzimas, azúcares, antibióticos, sustancias bioactivas que son favorables para animales y plantas. (Bid, 2009 pág. 24)

El Biodigestor, es un recipiente sellado que puede descomponer la materia orgánica en condiciones anaeróbicas y ayudar a extraer el gas resultante para obtener energía. El digestor biológico tiene una entrada para materiales orgánicos, un espacio para descomposición, una salida con un gas de control (biogás) y una salida para materiales procesados. Se considera principalmente como una producción de digestores biológicos. El método del biogás es un residuo orgánico. Sin embargo, cuando se combinan con sistemas de agricultura orgánica, los biodigestores pueden proporcionar muchos otros beneficios en términos de dilucidar el reciclaje de nutrientes para obtener fertilizantes de alta calidad. (Acevedo, 2019, pág. 15)

Estructura de un biodigestor, tiene muchos cambios en el diseño del biodigestor. Algunos de los elementos que comúnmente se combinan son: Cámara de fermentación: espacio que almacena biomasa durante el proceso de descomposición. Cámara de almacenamiento de gas: el espacio donde se acumula el biogás antes de ser bombeado. Pila de carga: la entrada para colocar biomasa. Pila de descarga: La salida se utiliza para eliminar los residuos usados que ya no se utilizan para biogás, pero que se pueden utilizar como fertilizante (fertilizante biológico). Agitador: Mueve el residuo del fondo del biodigestor a toda la biomasa.

Función del biodigestor: La forma del recipiente es muy sencilla, es hermético y tiene depositadas en su interior sustancias orgánicas como heces y residuos vegetales. La fermentación de materia orgánica con cierta cantidad de agua produce gas metano y fertilizantes orgánicos ricos en fósforo, potasio y nitrógeno. El sistema también puede incluir una cámara de carga y balanceo de agua residual antes del reactor, un dispositivo de captura y almacenamiento de biogás, y una cámara de presión y pos tratamiento de agua (filtro y piedra, algas) ubicada en la cámara de reacción, secado, etc.). La salida del reactor. El proceso de digestión biológica ocurre porque hay un grupo de bacterias y microorganismos anaeróbicos en el excremento, en el material orgánico El Biodigestor se alimenta de la carga de fondo. Esta carga de fondo está compuesta por pre compost (hecho de rastrojo de maíz y estiércol de cuy. Con una tonelada del pre compost se introduce por la boca central y se mezcla con 200 litros de rumen (contiene una carga alta de microorganismos anaeróbicos). Después de todo este proceso se añade a la mezcla agua hasta alcanzar el volumen de ocho metros cúbicos. Rápidamente se tiene que cerrar el orificio central con una tapa pesada. (Rivas pág. 19)

Elementos del biodigestor: El elemento común de un digestor biológico que garantiza su correcto funcionamiento es la cámara de digestión. Es la parte central de un digestor biológico o tanque de fermentación. Aquí tiene lugar el proceso bioquímico de conversión de cargas o materia orgánica en biogás y abono Puede ser de ladrillo, hormigón, hormigón armado, plástico u otros materiales que aseguren las condiciones de resistencia e impermeabilidad requeridas. Cámara de gas o contador de gas. Es una parte del sistema que almacena el biogás producido durante el proceso de fermentación, por lo que debe ser estanco. El contador de gas puede ser: tanque flotante. El medidor de gas se puede instalar en el lecho de agua fuera del digestor biológico o directamente en el digestor biológico. El pontón o la campana pueden ser de hierro o plástico duro (Rojas, 2014).

Alimentación o entrada de la materia orgánica (sistema de carga). Dejar alimentar digestores biológicos. En algunos casos, está diseñado para homogeneizar el material cargado mientras se controlan los sólidos totales y el pH de la matriz. De lo contrario, debe haber un tanque de metal o plástico de 200 litros, en el que la

materia orgánica se mezclará con el agua y también puede eliminar los sólidos flotantes, que pueden bloquear la tubería de entrada del biodigestor o causar problemas de funcionamiento del sistema (RIVAS, 2018 pág. 12)

Abono Orgánico, Se refiere a materiales que se utilizan frecuentemente como fertilizantes en la naturaleza, y suelen ser subproductos o productos finales de procesos naturales. Los fertilizantes orgánicos, como los fertilizantes, se han utilizado en la agricultura durante miles de años. Los agricultores antiguos no entendían los procesos químicos involucrados, pero se dieron cuenta de los beneficios de proporcionar materia orgánica a los cultivos. Como práctica agrícola sostenible, el interés por la agricultura orgánica está creciendo en el mundo de hoy. Debido a la lenta liberación durante el proceso de descomposición, los fertilizantes orgánicos son una fuente continua de nutrientes. Al aumentar la materia orgánica en el suelo, la agricultura orgánica puede restaurar la fertilidad natural del suelo dañado, aumentar la productividad de los cultivos y satisfacer las necesidades de una población en crecimiento (Rojas, 2014 pág. 8)

Efectos a las propiedades del suelo, Las principales funciones de los microorganismos macroscópicos y los microorganismos biológicos existentes en el suelo agrícola son descomponer la materia orgánica y convertirla en humus, y combinarse con los minerales del suelo para formar compuestos minerales orgánicos altamente activos. -Química. Los organismos del suelo necesitan proporcionar aire, agua y calor. Esto depende de las características físicas del suelo. Las características biológicas del suelo son muy importantes porque está compuesto por microorganismos del suelo, como hongos, bacterias, nematodos, insectos y gusanos. Pasan Acelera la descomposición y mineralización de la materia orgánica para mejorar las condiciones del suelo. Además, también tiene un efecto antagónico o sinérgico, por lo que se puede reducir el equilibrio entre poblaciones dañinas y benéficas, reduciendo así la invasión de plantas por organismos nocivos (Rojas, 2014 pág. 14)

Los Abonos orgánicos, tienen los siguientes cambios: mejoran la estructura del suelo, aumentan la estabilidad de los agregados, mejoran la porosidad total, la penetración del agua, el movimiento a través del suelo y el crecimiento de las raíces.

Asimismo, (Friedrich, 2009 pág. 11), sostienen que los abonos orgánicos: Protegen la capa superficial del suelo contra las lluvias de alta intensidad, el sol y el viento. Promueven un considerable y continuo aporte de biomasa al suelo, de manera que mantiene e incluso eleva, a lo largo de los años, el contenido de materia orgánica. Atenúan la amplitud térmica y disminuyen la evaporación del suelo, aumentando la disponibilidad de agua para los cultivos comerciales., Mejora la estructura y textura del suelo, haciendo más ligeros a los suelos arcillosos y más compactos a los arenosos. Mejora la permeabilidad del suelo, ya que influyen en el drenaje y aireación de éste, Los abonos orgánicos líquidos influyen favorablemente sobre las características físicas del suelo; estas características son estructura, porosidad, aireación capacidad de retención de agua, infiltración, conductividad hidráulica y estabilidad de agregados, el uso de Bioles, permite observar cambios en determinadas características de las plantas y el suelo. Ver figura 1

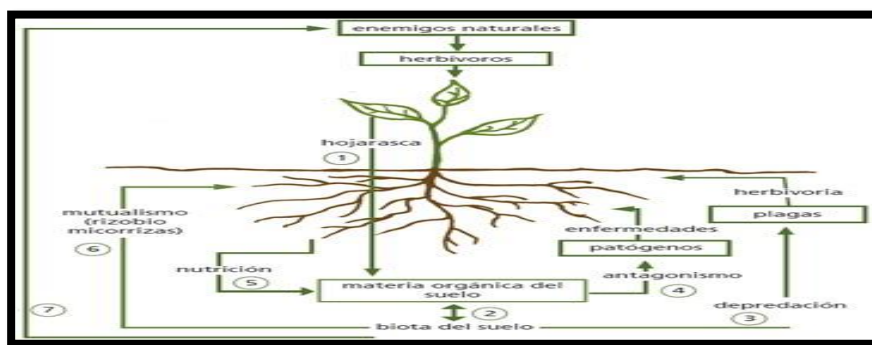


Figura N°1 Relación suelo – planta

Fuente: Equipo editorial de LEISA América Latina



(rossi, 2016 pág. 15) afirman que la producción de compostaje es la transformación de desechos orgánicos por los microorganismos, además afirma que estos procesos biológicos son de tipo anaeróbico, donde se realiza una modificación celular de los residuos orgánicos y este está en función del tiempo de degradación, con ello llegan a obtener la madurez del compostaje para tener una mineralización del sustrato, además Silbert et al. (2018) dice que el se controla los la humedad, temperatura y aireación, hasta que los componentes del compost se estabilice, la producción puede realizarse de diferentes tipos y formas es así que se presenta en la figura 2.



Figura 2 Sistemas de compostaje comunes Fuente: Roman et al., (2013)

**III**

**METODOLOGIA**

### **3.1. Tipo y diseño de investigación**

#### **Tipo de investigación:**

Es de Tipo Aplicada, porque persigue resolver un problema específico u obtener una aplicación práctica concreta, para lo que suele ser imprescindible el conocimiento obtenido previamente mediante investigación básica. (curiosando, 2020 pág. 2)

#### **El Diseño De la Investigación:**

Es Experimental es el procedimiento que adopta la investigación cuando quiere tener un control riguroso de las variables de estudio. Es causal o explicativo y puede darse en diseños experimentales, pre experimentales, cuasi o experimentales. (Carlessi, 2018 pág. 91)

### **3.2. Variables y Operacionalización**

#### **Variable independiente**

Biodigestor en la propagación de microorganismos eficientes para la degradación de residuos orgánicos domiciliarios

#### **Variable dependiente**

Obtención de abono orgánico

Tabla N° 1 Operacionalización de variables

	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA
Biodigestor en la propagación de microorganismos eficientes para la degradación de residuos orgánicos domiciliarios	es un recipiente sellado que puede descomponer la materia orgánica en condiciones anaeróbicas y ayudar a extraer el gas resultante para obtener energía. El digestor biológico tiene una entrada para materiales orgánicos, un espacio para descomposición, una salida con un gas de control (biogás) y una salida para materiales procesados	Para la construcción del biodigestor se hará de un cilindro de 200L. da capacidad y dentro de ella se pondrá nutrientes de los microorganismos para que se pueda propagar y con ella realizar los tratamientos para la producción de compost, y para los análisis respectivos se enviará las muestras a un laboratorio certificado	Características del biodigestor	Tiempo	Horas
				Temperatura	c°
				Volumen	m3
			Características de los microorganismos	Anaerobia	Sin oxígeno
				Tipos	Bacterias, hongos, levaduras
				PH	Acido
				# celulas	UFC
			Características de los residuos orgánicos domiciliarios	Fermentable	% Azucres
				Nutrients	Proteinas, grasas, carbohidatos
				Humedad	%
			Dosis de microorganismos eficientes	0	MI
				100	MI
				150	MI
200	MI				
Obtencion de Abono Organico	Abono Orgánico, Es el material resultante de la descomposición natural de la materia orgánica por acción de los microorganismos presentes en el medio, I (Ramos, 2014, pág. 10)	Luego de la fermentación hasta lograr el compost se tomó muestras de cada tratamiento y se envió al laboratorio para su análisis respectivo, además del rendimiento tanto del biodigestor como del compost.	Compost	N	
				P	
				K	
			Rendimiento	Volumen	
				compost/ RROO	

### 3.3. Población, Muestra y muestreo

**Población:** La población general viene a ser todos los residuos orgánicos domiciliarios producidos en la localidad de Ocucaje que se determinó en 2000 kilos/semana.

**Muestra:** Para fines de investigación, se utilizó 36 kilos de desechos y como unidad experimental 3kg de residuos orgánicos, con 1kg de guano, 1kg de hojas secas haciendo un total de 5kg que se van a utilizar para su degradación.

**Muestreo:** En este estudio se utilizarán métodos de procesamiento aleatorio para el muestreo, homogenizando los desechos domiciliarios de un total de 100 kilos se obtuvo 36 kilos para cada unidad fue de 3 kilos, como se tuvo 12 unidades.

.

### 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

#### **Técnicas de la investigación**

La técnica utilizada en este trabajo fue la observación directa en el área del estudio

#### **Instrumentos de la investigación**

Se utilizó fichas de recojo de datos, para desechos domiciliarios (anexo.) para datos de funcionamiento del biodigestor y para recopilar la información de los valores de la composición del compost (anexo...)

### 3.5. Procedimientos

#### 3.5.1 Ubicación

El distrito de Ocucaje está ubicado en la parte sur de la provincia de Ica, a unos 28 a 29 kilómetros de la ciudad de Ica, con una altitud de 325 metros,  $14^{\circ} 20'45''$  de latitud sur y  $75^{\circ} 40'00''$  de longitud oeste.

Límites El distrito de OCUCAJE limita con el distrito de Santiago, el sur está conectado con las provincias de Palpa y Nazca, el este con el departamento de Huancavelica y el oeste con el Océano Pacífico.

Extensión Ocucaje es de 1,417.12 Km<sup>2</sup>, que es de 21,327.83 Km<sup>2</sup>, que es 6.64% del terreno con relación a la Provincia de Ica, y el 17.95% del terreno es relativo a la Provincia de Ica (7,894.05 Km<sup>2</sup>). Ver figura 3



Figura n°3 foto panorámica de ocucaje

Fuente: Google Maps

### 3.5.2. Diseño y construcción del biodigestor:

El biodigestor fue construido con un cilindro de 200 Litros de capacidad con tapa de cierre hermético, incorporando en la tapa un tubo y una manguera para que cumpla su función anaeróbica. Ver Figura 4.



Figura 4. El Biodigestor

### 3.5.3. Preparación del sustrato para la propagación Microorganismos Eficientes:

Para la propagación de los microorganismos eficientes se utilizó los siguientes productos:

- 01 cilindro de 200 LT
- 120 LT de agua
- 10 LT de leche de vaca
- 1 KG de levaduras
- 10 KG de menudencia de cerdo (hígado, tripas, corazón)
- 4 kg de brasicas (col)
- 10 LT de melaza.
- Yogur

Teniendo todos los ingredientes, se comenzó con la mezcla de toda la materia orgánica para el proceso de fermentación. Primero se preparó un compuesto proteico, con el hervido de las menudencias de los cerdos, una vez cocinadas se licuó y se vació a un recipiente.

Otra mezcla se preparó a base de melaza y lactosa (microorganismos ácido lácticos) en la cual se adicionó la levadura y luego se mezcló con la materia licuada, se homogenizó y finalmente se adicionó las brasicas (col) picadas y se mezcló. Ver Figura N° 5



Figura 5. Mezcla de materia orgánica



Figura N° 6 Melaza con la materia orgánica mezclada

Una vez mezclado todo, se vació al cilindro donde se enrazó con la cantidad de 120 L de agua potable y con ello se inició el proceso anaeróbico (fermentación) figura 7.



Figura 7 fermentación de la materia orgánica para la propagación de microorganismos eficientes



Después de 15 días se observó que se va desarrollando efectivamente la fermentación. Ver Figura N° 8



Figura 8 observaciones de fermentación después de 15 días

Dentro de los controles estuvo el pH de la fermentación (microorganismo eficiente)  
En el cual se encuentra en 6 - 5.5 acercándose a lo que se requiere (5). Ver figura N° 9

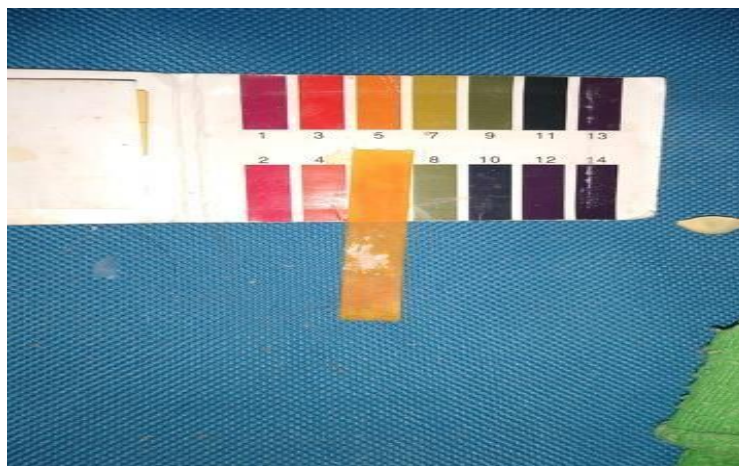


Figura 9. Mediciones de PH del microorganismo eficiente propagado

15 días después se sacó una muestra de lo fermentado (microorganismos eficientes) y se constató el PH en 5 que es lo óptimo en este tipo de fermentos. Listo para ser usado en los residuos domiciliarios para ser degradados. Ver figura N° 10



Figura n° 10 muestra del microorganismo eficiente propagado

#### **3.4.4. Recolección de los residuos orgánicos:**

Las caracterizaciones de los residuos orgánicos domiciliarios se irán caracterizando por el tipo de residuos domiciliarios residuos domésticos, residuos de frutas, residuos tubérculos. Se recogerá de los restaurantes de la ciudad y restaurantes campestres que abundan en la zona.

Se recogerá en un cilindro de capacidad de 200 L, en cuyo interior se procederá a clasificar, a picar y luego homogenizar, para con ella formar las 12 unidades experimentales y formar las capas o filas para inocular los microorganismos

### 3.5.5. Tipos de microorganismos eficientes a utilizar

Los microorganismos que se Utilizaron son los que están en la leche como los ácidos lácticos que se han obtenido del fermento de la leche reposada y adicionado a ello están las levaduras, todos ellos forman una sopa de microorganismos capaces de degradar la materia orgánica.

### 3.5.6 Tratamientos para el trabajo experimental

Tabla N° 2 Dosis de microorganismos eficientes:

TRATAMIENTOS	DOSIS	UNIDADES
T1	0	MI
T2	50	MI
T3	100	MI
T4	150	MI

### 3.5.7. Ejecución del trabajo experimental

Las pilas en cada unidad experimental estuvieron constituidas por:

- Desechos 3 Kilos (36 Kilos)
- Hojas secas 1 kilo
- Guano 1 kilo

El trabajo experimental consta de 4 tratamientos en el cual cada tratamiento contará con residuos orgánicos domiciliarios, guano, hojas secas, un tratamiento será el testigo en el cual solo estará compuesto por residuos orgánicos sin dosis de microorganismos eficientes, los otros 3 tratamientos se le agregara una dosis de 50, 100, 50 ml de microorganismos eficientes para comprobar que gracias a los microorganismos eficientes se logra acelerar la descomposición de estos residuos orgánicos. Ver figura 11



Figura 11. Tratamientos en cada unidad

El primer tratamiento de residuos orgánicos domiciliarios fue el testigo en el cual no se le agregó ninguna dosis de microorganismos eficientes ver Figura 12



Figura 12 Tratamiento n° 1

El segundo tratamiento de residuos orgánicos domiciliarios se le agregara una dosis de 50 ml de microorganismos eficientes ver Figura n° 13



Figura 13. Tratamiento 2

El tercer tratamiento de residuos orgánicos domiciliarios se le agregara una dosis de 100 ml de microorganismos eficientes ver Figura 14



Figura 14. Tratamiento 3

El cuarto tratamiento de residuos orgánicos domiciliarios se le agregara una dosis de 100 ml de microorganismos eficientes ver Figura 15



Figura 15. Tratamiento 4

Una vez agregado la dosis de microorganismos eficientes, a los 4 tratamientos y sus repeticiones se observará su tiempo de degradación tanto del testigo, como de los que tienen dosis de microorganismos ver Figura 16



Figura 16. Tratamientos y sus repeticiones

**3.5.8.** Distribución de los tratamientos y sus repeticiones en la ejecución del trabajo experimental.

**Tabla 3. Distribución de los tratamientos en las unidades experimentales**

1 T3 R1	2 T4 R1	3 T2 R1
4 T1 R1	5 T3 R2	6 T1 R2
7 T3 R3	8 T2 R2	9 T4 R2
10 T4 R3	11 T2 R3	12 T1 R3

Control:

- Volteos
- Tiempo de fermentación

**3.6. Método de análisis de la información**

El trabajo se planteó bajo el diseño completamente al azar, que consta de 4 tratamientos y tres repeticiones y una caja de 3 kilos de desecho domiciliario como unidad experimental, el análisis de variancia se realizó utilizando el software SAS y para determinar la comparación de los promedios la prueba de contraste de Turkey, y para las tablas y figuras se usó el programa Excel.

### **3.7. Aspectos éticos.**

Al desarrollar este proyecto de investigación, tengo en cuenta mi ética y honestidad como investigador, y conocer la veracidad de la información y los datos reales que se muestran. Respeto al autor de la fuente de información. Esto se logró citando apropiadamente con los estilos internacionales.

- A) Cumplimiento de los principios éticos del colegio profesional de ingenieros siendo veraz y auténticos en los resultados.
- B) Cuidado del Ambiente, para evitar que los desechos orgánicos lleguen a las vías públicas y con ello además dar un plus a los desechos y con los microorganismos acelerar su degradación.
- C) Cumplimiento de los aspectos relevantes del código de ética de la investigación de la de la UCV, de lo contrario estamos sujetos a las sanciones respectivas

**IV**

**RESULTADOS**



#### 4.1 Resultados de la propagación de los EM.

Desde el momento de iniciado el funcionamiento del biodigestor, se controló cada 3 horas, luego cada 12 horas el pH y la temperatura (Tabla 4.1.1) con ello se vio la normal propagación de los microorganismos, la fermentación hace que multipliquen los microorganismos.

Tabla 4.1.1. Tiempo, pH y temperatura en el biodigestor

Tiempo	unidad	pH	Temperatura
1	hora	7.80	22 °C
3	horas	6.50	27 °C
6	horas	4.00	35 °C
12	horas	4.20	45 °C
18	horas	4.00	40 °C
24	horas	4.60	35 °C
30	horas	5.00	30 °C

De la tabla 4.1.1 se observa que los microorganismos se están desarrollando normalmente, puesto que hay elevación de la temperatura y el pH hace que suba en un momento y luego se estabiliza.

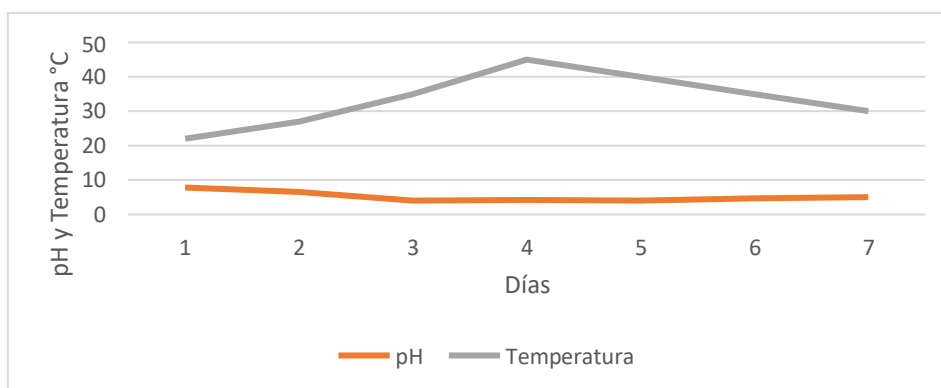


Figura 17. Efecto del tiempo en el pH y la Temperatura

## 4.2 Caracterización de los desechos domiciliarios.

Una vez recolectado los residuos orgánicos domiciliarios, se clasificó y se obtuvo en cantidad cada uno de ellos y se muestra en la Tabla 4.2.1.

Tabla 4.2.1. Clasificación de los residuos orgánicos domiciliarios

N°	Residuo	Cantidad	Porcentaje	Unidad
1	casaca de plátano	5	13.9	Kg
2	arroz cocido	4	11.0	Kg
3	Cáscara de papa	6	16.7	Kg
4	desechos de verduras	5	13.9	Kg
5	desechos de fruta	5	13.9	Kg
6	casacas de huevo	5	13.9	Kg
7	hojas secas	6	16.7	Kg
total		36	100.0	Kg

Como se observa en la Tabla 4.2.1 los componentes que tuvo cada unidad experimental en los residuos domiciliarios (casaca de plátano (5Kg.), arroz cocido (4Kg), Cáscara de papa (6Kg), desechos de verduras (5), desechos de fruta (5 Kg), casacas de huevo (5Kg) y hojas secas (6 Kg) los que suma 36 kilos, en cada uno fue 3 kilos, con ellos se formó las pilas y luego se procedió a la fermentación hasta convertirse en abono.

## 4.3 Tiempo de degradación de los EM en los residuos orgánicos

El tiempo de degradación de los residuos orgánicos por los microorganismos benéficos se muestra en la tabla 4.1.3

Tabla 4.3.1. Tiempo de la producción de compost por tratamiento

TRATAMIENTOS	Repeticiones			Promedio
	1	2	3	
T1	27	28	27	27.33 ± 0.58
T2	22	23	23	22.67 ± 0.58
T3	21	22	20	21.00 ± 1.00
T4	14	15	17	15.33 ± 1.53

En la tabla 4.3.1 se observa los días de degradación de cada uno de los tratamientos con su desviación estándar correspondiente, así el T1 con un tiempo de  $27.33 \pm 0.58$ , el T2 con  $22.67 \pm 0.58$ , el T3 con  $21.00 \pm 1.00$  y el T4 con  $15.33 \pm 1.53$  en días.

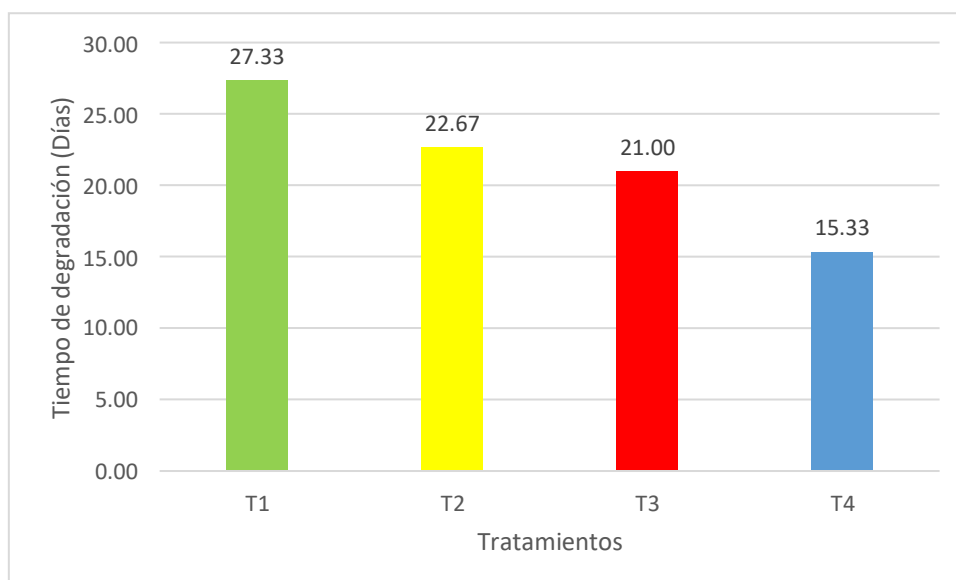


Figura 18. Efecto del tiempo de cada tratamiento en la degradación de los residuos orgánicos

En la figura 18 se observa que a medida que se incluye los microorganismos benéficos este se reduce el tiempo de degradación y se nota el efecto en la formación del compost, es el tratamiento 4 con 150 ml de microorganismos benéficos los que poseen mejores resultados o reduce el tiempo de degradación de los residuos domiciliarios hasta convertirlos en compost.

#### 4.4 Resultados del rendimiento y de los análisis de su composición del compost obtenido.

Los resultados de rendimiento porcentual se muestran en la tabla 4.4.1, esto está en función de la cantidad de residuos orgánicos domiciliarios.

Tabla 4.1.1. Rendimiento porcentual del compost.

TRATAMIENTOS	Repeticiones			Promedio	Desviación estándar
	1	2	3		
T1	38.5	33.2	34.4	35.37	2.78
T2	42.3	43.3	42.7	42.77	0.50
T3	35.8	36.4	32.6	34.93	2.04
T4	29.1	32.4	35.5	32.33	3.20

De la Tabla 4.1.1 se observa que los valores del rendimiento del compost en función a la cantidad de residuos domiciliarios en porcentajes son de 35.37, 42.77, 34.93 y 32.33 % para cada tratamiento respectivamente, se observa que este valor en por la forma de cómo se ido degradado la materia orgánica, a mayor descomposición mejor compost.

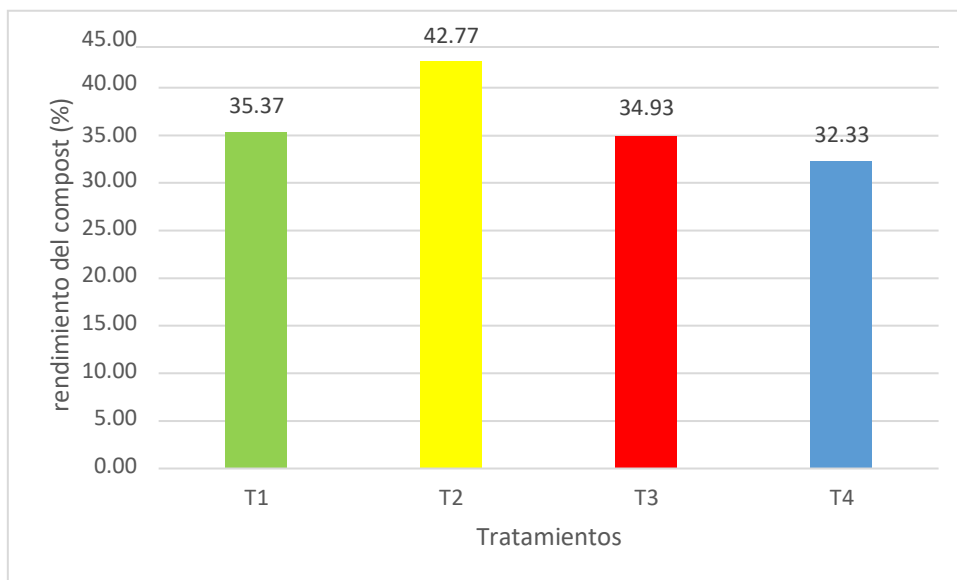


Figura 19. Efecto del tratamiento en el rendimiento del compost.

De la figura 19 se observa como a medida que se incrementa la dosis de los microorganismos el rendimiento es menor, puede inferirse por la degradación completa que puede sufrir, es así que el tratamiento 4 obtuvo el menor valor pero fue el que mejor calidad de compost se logró.

Tabla 4.4.2. Análisis de la calidad de abono orgánico con EM

ANALISIS	UNIDAD	T1	T2	T3	T4
PH	-	6.50	5.80	5.90	6.00
C.E	%	29.00	25.00	26.00	28.00
M.O	%	25.50	20.10	22.30	23.50
N	%	2.00	1.60	2.30	2.80
P	%	1.60	1.20	1.80	2.10
K	%	0,9	0,5	0.80	1.10

Fuente: laboratorio AGQ

De la Tabla 4.4.2 se observa los resultados del análisis químico de los componentes de la calidad del compost, se observa que a medida que se ingresa los microorganismos este tiene a mejorar los componentes del compost, es así en los tratamientos del 1 al 4 se tiene los resultados en PH 6.50, 5.80, 5.90 y 6.00, en C.E 29.00, 25.00, 26.00 y 28.00; en M.O (%) 25.50, 20.10, 22.30 y 23.50; en N (%) 2.00, 1.60, 2.30 y 2.80; en P (%) 1.60, 1.20, 1.80 y 2.10; y en K (%) 0,9, 0,5, 0.80 y 1.10 respectivamente, por lo que se nota que los microorganismos benéficos tuvieron un efecto en la mejora de las características de los componentes del abono orgánico.

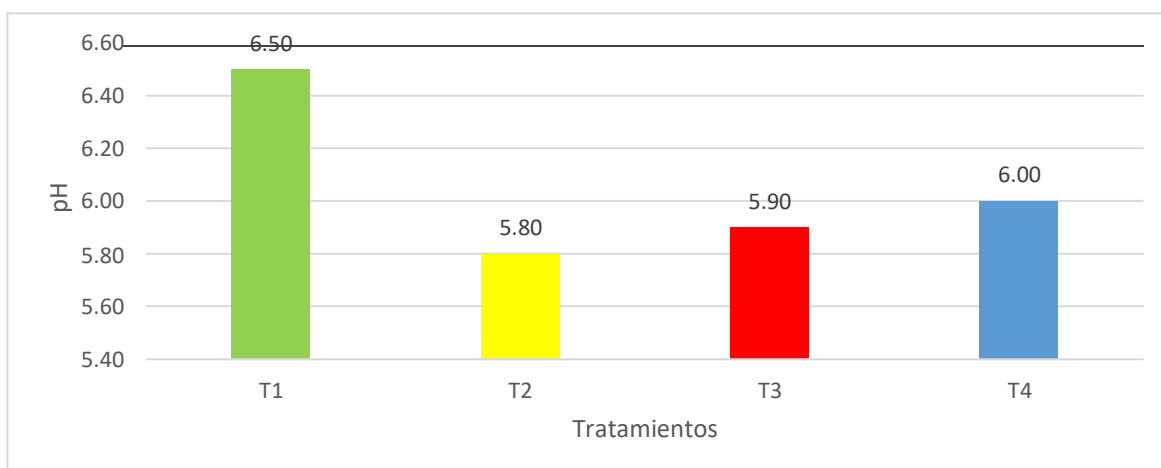


Figura 20. Efecto del tratamiento en el pH del compost.

De la figura 20 se observa que el pH se adecúa al sistema que a medida que se incrementa la dosis de microorganismos benéficos esta mejora su acidez y al momento de dejar madurar el compost este debe llegar a la neutralidad y su uso eficiente en el campo, es el tratamiento 4 que posee el mejor pH.

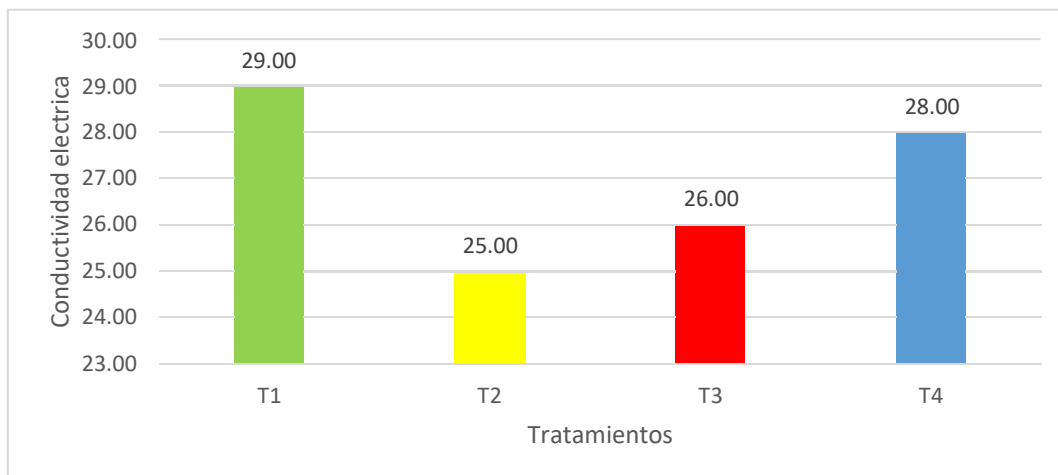


Figura 21. Efecto del tratamiento en la conductividad eléctrica del compost.

De la figura 21 se observa que la conductividad eléctrica muestra una tendencia a mejorar las condiciones de los minerales o sales en el abono orgánico y este se adecúa al sistema que a medida que se incrementa la dosis de microorganismos benéficos, encontrando que el tratamiento 4 responde mejor al tratamiento.

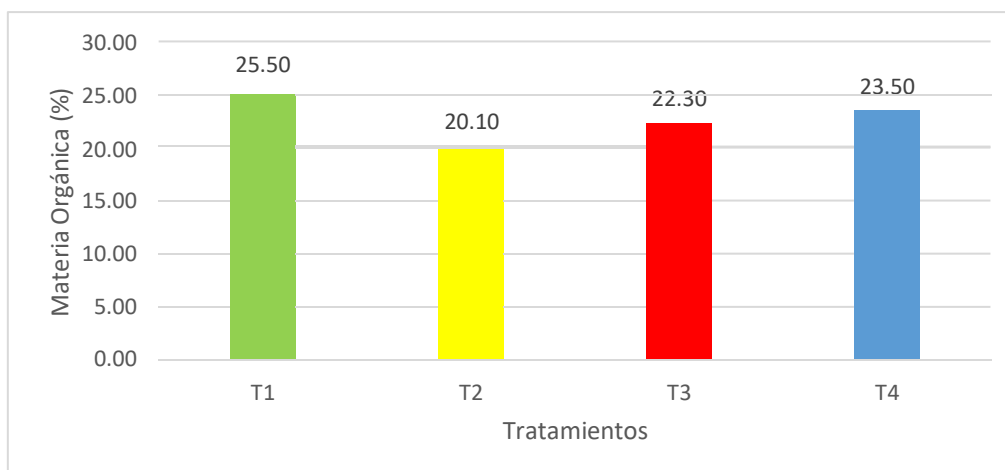


Figura 22. Efecto del tratamiento en la materia orgánica del compost.

De la figura 22 se observa que la materia orgánica muestra una tendencia a mejorar las condiciones del abono y aumenta la cantidad de los nutrientes en el suelo y este se adecúa al sistema que a medida que se incrementa la dosis de microorganismos benéficos, encontrando que el tratamiento 4 responde mejor al tratamiento.

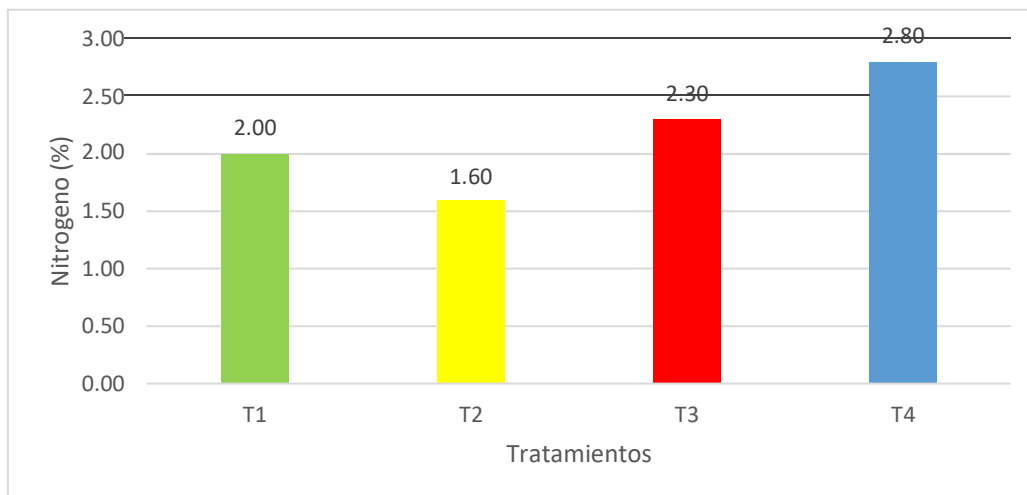


Figura 23. Efecto del tratamiento en Nitrógeno del compost.

De la figura 23 se observa al nitrógeno como componente principal de la calidad de los abonos nos muestra una tendencia a mejorar las condiciones a medida que se incrementa la dosis de microorganismos benéficos, encontrando que el tratamiento 4 responde mejor al tratamiento.

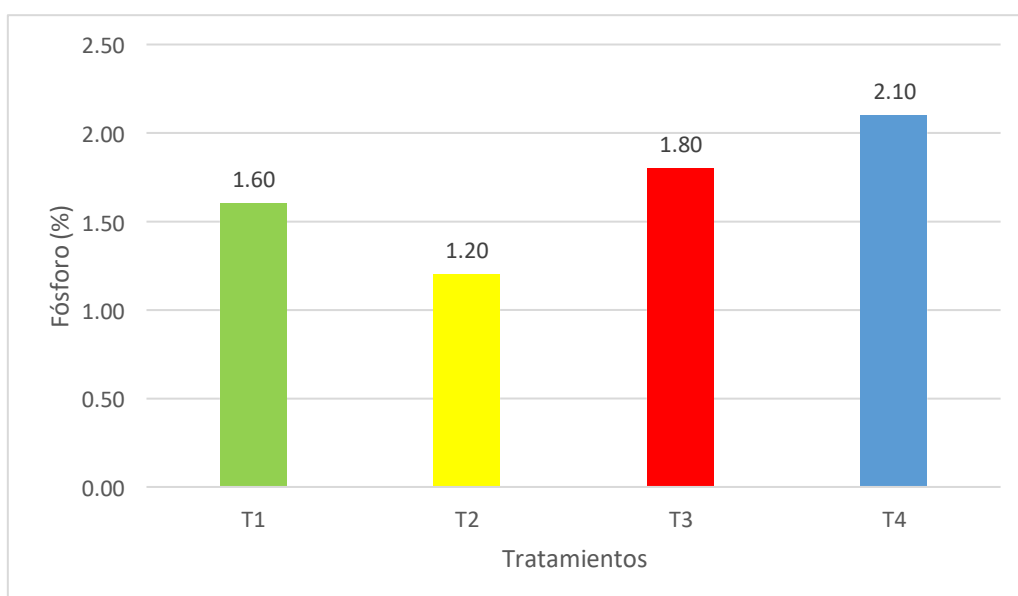


Figura 24. Efecto del tratamiento en el fósforo del compost.

De la figura 24 se observa que el fósforo también es un componente principal de la calidad de los abonos, nos muestra una tendencia a mejorar las condiciones a medida que se incrementa la dosis de microorganismos benéficos, encontrando que el tratamiento 4 responde mejor al tratamiento.

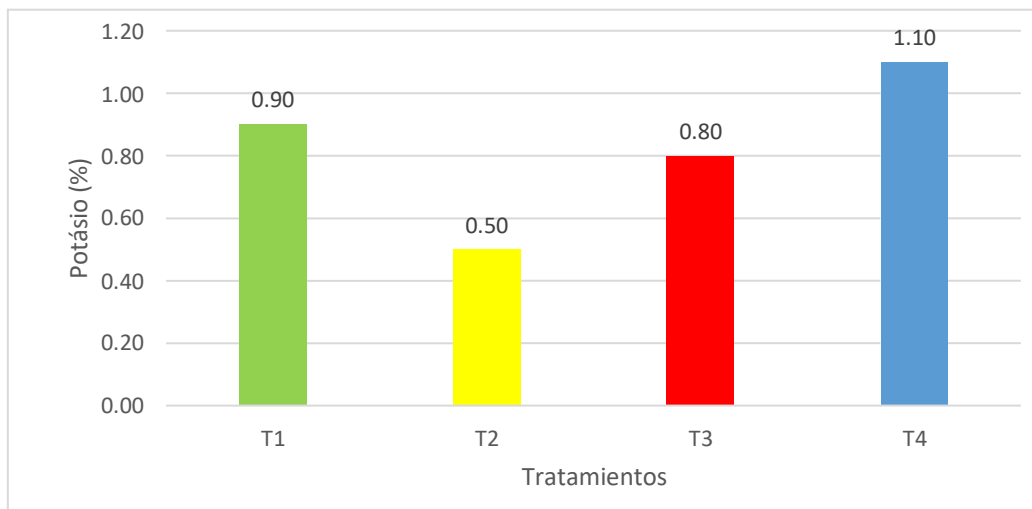


Figura 25. Efecto del tratamiento en el potasio del compost.

De la figura 25 se observa que el potasio es otro de los componentes principales de la calidad de los abonos nos muestra una tendencia a mejorar las condiciones a medida que se incrementa la dosis de microorganismos benéficos, encontrando que el tratamiento 4 responde mejor al tratamiento.



**V**

**DISCUSIÓN**

En la propagación de los microorganismos se midió la variación de la temperatura y el pH hace, en este proceso la variación fue que a las 6 horas la temperatura subió y el pH bajo hasta 4, luego a las 30 horas el pH fue 4.6 y luego se estabiliza. Así mismo Rivera (2011) encontró resultados similares y es más determinó los tipos de microorganismos en su solución. También Prado (2017) que estas bacterias soportan cambios bruscos de pH y materia orgánica.

Dentro de la clasificación de los componentes de los residuos orgánicos domiciliarios que tuvo cada unidad experimental fue (cascara de plátano (5Kg.), arroz cocido (4Kg), Cáscara de papa (6Kg), desechos de verduras (5), desechos de fruta (5 Kg), cascara de huevo (5Kg) y hojas secas (6 Kg) con ellos se formó las pilas y luego se procedió a la fermentación hasta convertirse en abono. Yang et al., (2019) encontró los componentes de los residuos domiciliarios como 41,5% vegetales, 38,2% frutas, 7,6% de alimentos básicos, 7,2% de cáscaras de huevo, huesos y cáscaras, 2,3% de carne y Otros 3,2%, y MEGO (2019) e con productos similares.

El tiempo de degradación de los residuos orgánicos domiciliarios se determinó que medida que se incluye los microorganismos benéficos este se reduce el tiempo de degradación y se nota el efecto en la formación del compost, siendo los resultados en los días de degradación de cada uno de los tratamientos con su desviación estándar correspondiente, así el T1 con un tiempo de  $27.33 \pm 0.58$ , el T2 con  $22.67 \pm 0.58$ , el T3 con  $21.00 \pm 1.00$  y el T4 con  $15.33 \pm 1.53$  en días. Así como Naranjo (2018) y Ludueña (2018) determinaron que la descomposición fue 40 días, valores mayores a los encontrados en este trabajo Cueto (2017). Obtuvo en 28 días compost de buena calidad. Valores similares al trabajo y Yang et al., (2019) obtuvo en 35 días valores mayores.

Los resultados de los valores del rendimiento del compost en función a la cantidad de residuos domiciliarios en porcentajes para los 4 tratamientos fueron de 35.37, 42.77, 34.93 y 32.33 % para cada tratamiento respectivamente. Cueto (2017) obtuvo rendimientos de 45% mayores al trabajo, Yang et al., (2019) encontró 58% de rendimiento valores mayores al nuestro.

Para los resultados del análisis químico de los componentes de la calidad del compost, se observa que a medida que se ingresa los microorganismos este tiene a mejorar los componentes del compost, es así en los tratamientos del 1 al 4 se tiene los resultados en PH 6.50, 5.80, 5.90 y 6.00, en C.E 29.00, 25.00, 26.00 y 28.00; en M.O (%) 25.50, 20.10, 22.30 y 23.50; en N (%) 2.00, 1.60, 2.30 y 2.80; en P (%) 1.60, 1.20, 1.80 y 2.10; y en K (%) 0,9, 0,5, 0.80 y 1.10 respectivamente. Valores comparados con los estándares de calidad de compost estamos dentro de estos valores. Ibáñez (2011) al tratamiento con microorganismos los residuos encontró que los componentes del suelo se encuentra con una biodisponibilidad alta, así mismo Yang et al., (2019), Cueto (2017) y Pérez (2016) encontraron valores de los componentes del compost similares a los encontrados en el presente trabajo.

**VI**

**CONCLUSIONES**

El biodigestor es un dispositivo sencillo en su construcción y que fácilmente puede propagar microorganismos benéficos con alta tasa de eficiencia en la degradación de los residuos orgánicos. Los rendimientos son de 2 litro a 200 litro de componentes de los microorganismos.

La clasificación de los componentes de los residuos orgánicos domiciliarios que tuvo cada unidad experimental fue (cascara de plátano (5Kg.), arroz cocido (4Kg), Cáscara de papa (6Kg), desechos de verduras (5), desechos de fruta (5 Kg), cascaras de huevo (5Kg) y hojas secas (6 Kg) y el tiempo de degradación de los residuos orgánicos domiciliarios en promedio fue de 15 hasta 27 días.

La inoculación de los microorganismos para la degradación de los residuos orgánicos domiciliarios mejoró en todos los componentes del compost y que a medida que la dosis aumenta aumentan los componentes y baja el tiempo de degradación, el mejor tratamiento fue el tratamiento 4 con 150 ml de inoculación.

**VII**

**RECOMENDACIONES**

- Se recomienda utilizar los microorganismos propagados para obtener abonos orgánicos para mejorar la calidad del suelo, evitando así su erosión y desertificación.
- Profundizar estudios sobre el uso de compost en la producción de productos alimenticios agrícolas.
- El uso de abono orgánico, ya que puede aumentar la actividad biológica y el alto contenido de micorrizas, compensando así la falta de nutrientes en el suelo.
- Utilizar este proceso y utilizar fertilizantes orgánicos porque producirá beneficios económicos en comparación con el uso de fertilizantes químicos.
- Promover esta tecnología limpia y promoverla a las empresas agroindustriales, porque además de los beneficios económicos, también brindamos una mejora muy importante al medio ambiente.

## BIBLIOGRAFIA

### Referencias

- Acevedo. 2019**,. *Características del biodigestor*. 2019,.
- Bid. 2009**. Aplicacion de los microorganismos eficientes como abono organico. 2009.
- . **2009**,. *Combinacion de microorganismos eficientes*. 2009,.
- Bolivar. 2012**,. *Recomendaciones para la construccion de un biodigestor utilizando excrementos de bovinos*. 2012,.
- Carlessi. 2018**. *diseño de investigacion experimental*. 2018.
- Cueto. 2017**. *Reutilizacion y valorizacion de los residuos organicos domiciliarios*. 2017.
- curiosando. 2020**. *Investigacion tipo aplicada*. 2020.
- Friedrich, Benítez J. y. 2009**. *influencia de los abonos organicos en las propiedades fisicas y quimicas del suelo*. 2009.
- Ibáñez. 2011**,. *Impacto del compost en la fisica del suelo*. 2011,.
- INEI. 2015**,. *Relleno sanitario para realizar abono organico*. 2015,.
- Jusoh. 2013**,. *solucion microbiana para sistemas agricolas natulrales y organicos*. 2013,.
- Mego. 2019**. *Proposito de la elaboracion del abono organico apartir de residuos organicos y mircroorganismos eficientes*. 2019.
- MINAN. 2016**. *Ley de gestion integral de residuos solidos*. 2016.
- Monsalve. 2015**,. *Eficiencia de los microorganismos eficientes para mejorar los suelos*. 2015,.
- Perez. 2016**,. *Efectos de los microorganismos en la inoculacion en el compost*. 2016,.
- . **2016**,. *Reutilización, conversión, reducción, compostaje y otros métodos para mejorar el manejo, tratamiento y disposición final de residuos sólidos* . 2016,.
- RIVAS. 2018**. *Diseño y caracterisiticas de biodigestores para degradar residuos organicos*. 2018.
- Rivas, J.** *Proceso de Biodigestion anaerobico*. [aut. libro] 2011.
- Rivera. 2011**,. *Diferentes tipos de microorganismos eficientes*. 2011,.
- Rojas. 2014**. *Abono organico* . 2014.



- . **2014.** *efecto de los microorganismos eficientes en las propiedades del suelo.* 2014.
- rossi, Cabrera y. 2016.** *produccion de compost atraves de desechos organicos domiciliarios.* 2016.
- Vargas. 2019,.** *Tratamientos de residuos organicos domiciliarios.* 2019,.
- Yang. 2019,.** *Evaluacion del desempeño del compost para controlar emisiones gaseosas en compostaje.* 2019,.
- Zapata. 2013,.** *Inoculacion del microorganismo eficiente en el ecosistemas en el suelo.* 2013,.



VIII

ANEXOS



2

MATRIZ DE CONSISTENCIA								
GENERAL	PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	MATRIZ DE OPERACIONALIZACION			
					DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE	
							MEDICIÓN	
GENERAL	¿Cómo será el biodigestor en la propagación de microorganismos eficientes para la degradación de residuos orgánicos domiciliarios en la obtención de abono orgánico para mejorar los suelos de Ocucaje-Ica??	Evaluar el Biodigestor en la propagación de microorganismos eficientes para la degradación de residuos orgánicos domiciliarios en la obtención de abono orgánico Ocucaje - Ica	el Biodigestor en la propagación de microorganismos eficientes mejora la degradación de residuos orgánicos domiciliarios en la obtención de abono orgánico Ocucaje - Ica,	DEPENDIENTE	Biodigestor en la propagación de microorganismos eficientes para la degradación de residuos orgánicos domiciliarios	Características del biodigestor	Tiempo	Horas
							Temperatura	C°
							Volumen	M3
						Características de los microorganismos	Anaerobia	Sin oxígeno
							Tipos	bacterias, levaduras, hongos
							PH	Acido
						Características de los residuos orgánicos domiciliarios	# Células	UFC
							Fermentables	% Azucares
							Nutrientes	proteinas, carbohidratos
						Dosis de microorganismos eficientes	Humedad	%
							0	ML
							50	ML
100	ML							
						150	ML	
ESPECIFICAS	¿Cuál será la característica del Biodigestor en la propagación de microorganismos eficientes para la degradación de residuos orgánicos domiciliarios para obtener abono orgánico en el distrito de Ocucaje - Ica?	Identificar las características del Biodigestor en la propagación de microorganismos eficientes para la degradación de residuos orgánicos domiciliarios para obtener abono orgánico en el distrito de Ocucaje - Ica	las características del Biodigestor en la propagación de microorganismos eficientes son adecuadas para la degradación de residuos orgánicos domiciliarios para obtener abono orgánico en el distrito de Ocucaje - Ica	INDEPENDIENTE	Obtención de Abono Orgánico	Compost	N	
							P	
							K	
ESPECIFICAS	¿Cuál será la dosis optima de microorganismos eficientes para la degradación de residuos orgánicos domiciliarios en su utilización como abono orgánico el distrito de Ocucaje - Ica?	Determinar las dosis optima de microorganismos eficientes para la degradación de residuos orgánicos domiciliarios en su utilización como abono orgánico el distrito de Ocucaje - Ica	la dosis optima de microorganismos eficientes para la degradación de residuos orgánicos domiciliarios es 200 ml utilización como abono orgánico el distrito de Ocucaje - Ica.	INDEPENDIENTE	Obtención de Abono Orgánico	Rendimiento	Volumen	
							Compost RROO	



INFORME ANÁLISIS DE ABONO ORGÁNICO

Nº de Referencia:	S-20/22867	Registrada en:	AGQ Perú
Análisis:	S PR 0012	Centro Análisis:	AGQ Internacional
Tipo Muestra:	ABONO ORGÁNICO	Fecha/Hora Muestreo:	18/10/2020
Lugar de Muestreo:	OCUCARICA	Fecha Inicio:	22/10/2020
Punto de Muestreo:	LOT# 1	Fecha Fin:	27/10/2020
Muestreado por:	Cliente (*)	Contrato:	PR20-8588
Descripción (*)	---	Cliente IP (*)	---
Clasificación (*)	UNIVER HERNÁNDEZ RAMOS	Domicilio (*)	C.P. OCUCAR - ICA

FERTILIDAD

Parámetro	Resultado	Unidades	May Bajo	Bajo	Normal	Alto	May Alto	Método	PNT
Materia Orgánica	20,9	%		15,5		20,0		Combustión	PI-2128
Cond. Eléctrica (lit 1/1)	250	µS/cm a 25° C							PI-2128
pH (Extracto 1/1)	5,8	Unidades de pH							PI-2128

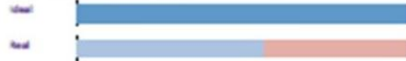
MACROELEMENTOS

Parámetro	Resultado	Unidades	May Bajo	Bajo	Normal	Alto	May Alto	Método	PNT
Nitrogeno Total	1,6	%		1,80		2,16		Ac NH4	PIG-006
Fósforo	1,2	%		1,5		2,00		Ac NH4	PIG-009
Potasio	0,5	%		1,00		1,80		Ac NH4	PIG-009

RELACIONES CATIONICAS

% Cationes Disponibles

● K (100%/0%) ● Na (0%/100%)



NOTA

Nota: L.C.: Límite de Cuantificación. SP: solo parental. Los resultados de este informe solo aplican a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Puede solicitar las certificaciones, cuando estas no aparezcan en el informe. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestra, cuando esta ha sido realizada por él. N/U: No Legible.

FECHA EMISIÓN: 23/10/2020

Angel Steven Salgado Peraz

OBSERVACIONES (\*)



INFORME ANÁLISIS DE ABONO ORGÁNICO

NP de Referencia:	S-20/028917	Registrada en:	AGQ Perú
Análisis:	S-FE-0000	Centro Análisis:	AGQ Internacional
Tipo Muestra:	ABONO ORGÁNICO	Fecha/Hora Muestra:	13/10/2020
Lugar de Muestra:	OCUCAE ICA	Fecha Inicio:	22/10/2020
Punto de Muestra:	LOTE 1	Fecha Fin:	27/10/2020
Mostrado por:	Cliente (*)	Contrato:	PECO-3539
Cliente (*):	---	Cliente (**):	---
Cliente (*):	JAVIER HERNÁNDEZ RAMOS	Domicilio (**):	C.P. OCUCAE - ICA

FERTILIDAD

Parámetro	Resultado	Unidades	Max Bajo	Bajo	Normal	Alto	Max Alto	Método	PNT
Cond. Eléctrica (Est 1/0)	25,5	%		15,0		20,0		Combustión	PE-2120
pH (Extracto 1/1)	6,5	Unidades de pH							PE-2128

MACROELEMENTOS

Parámetro	Resultado	Unidades	Max Bajo	Bajo	Normal	Alto	Max Alto	Método	PNT
Nitrógeno Total	2,0	%		1,80		2,58		Ac NMI	PEC-034
Fósforo	1,6	%		1,5		2,00		Ac NMI	PEC-030
Potasio	0,9	%		1,00		1,80		Ac NMI	PEC-030

RELACIONES CATIONICAS

% Cationes Disponibles

• K (200N/57%) • Ca (27N/43%)



NOTA

Nota: L.C.: Límite de Cuantificación. SP: solo parental. Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Puede solicitar los resultados cuando estos no aparezcan en el informe. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestra cuando esta ha sido realizada por el. (\*) N Legislada.

FECHA EMISIÓN: 27/07/2020

AGQ Perú - Salgado Pérez

OBSERVACIONES (\*):



INFORME DE OPINION DE EXPERTOS DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACION

I.- DATOS GENERALES

Apellidos y nombres: ING teresa castillo ganosa

Institución donde labora: Agro victoria SAC planta de formulaciones

Especialidad: Ing. Industrial

Instrumento de evaluación: Biodigestor en la propagación de microorganismos eficientes para la degradación de residuos orgánicos domiciliarios en la obtención de abono orgánico para mejorar los suelos de ocuclaje-Ica\*

Autor del instrumento: Hernández Ramos Javier Raúl

II.- ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE				ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
1.-CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										X				
2.-OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										X				
3.-ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										X				
4.-ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										X				
5.-SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.										X				
6.-TENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										X				
7.-CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										X				
8.-COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										X				
9.-METODOLOGIA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										X				
10.- PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										X				

III. OPINION DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación.
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación.

SI

VI. PROMEDIO DE VALORACION

85

ICA, 22 de Enero del 2021

*Teresa Castillo Ganoza*  
 ING. INDUSTRIAL  
 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE  
 DNI N° 70803194 Telf. 922217031

Teresa Castillo Ganoza  
 ING. INDUSTRIAL  
 Reg. C.I.P. N° 228643



## Declaratoria de Originalidad del Autor

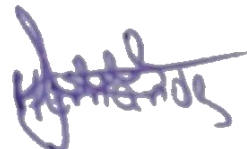
Yo Hernández Ramos Javier Raúl, egresado de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura y Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad César Vallejo Lima este, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al Trabajo de Investigación / Tesis titulado:

“Biodigestor en la Propagación de Microorganismos Eficientes para la Degradación de Residuos Orgánicos Domiciliarios en la Obtención de Abono Orgánico Ocucaje-lca 2020.”, es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicado ni presentado anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

San Juan de Lurigancho 06 de marzo del 2021

Apellidos y Nombres del Autor	
Hernández Ramos Javier Raúl	
DNI: 72848688	Firma 
ORCID: 0000-0001-8889-7227	